

福島県農業総合センターの活動

水稻の放射性セシウム吸収
抑制対策について

福島県農業総合センター
生産環境部
吉岡邦雄

技術情報の作成

平成23年4月14日
「がんばろう ふくしま!」農業技術情報（第1号）
～地震災害・原子力災害対策～
福島県農林水産部

県では、農用地の放射性物質の状況を把握するため、2回の土壌調査を行いました。その結果、以下（※）の地域については現在国と調整中ですが、その他の地域については稲の作付を行っていただいで差し支えありません。

（※）福島第一原子力発電所の事故に伴う「避難区域」、「計画的避難区域」、「緊急時避難準備区域」

土壌調査の結果は、以下に掲載しています。

<http://www.pref.fukushima.jp/keisishien/kenkyukaihatsu/gijyutsufukyou/06gersiryoku/23003data.pdf>

<http://www.pref.fukushima.jp/keisishien/kenkyukaihatsu/gijyutsufukyou/06gersiryoku/23012data.pdf>

また、野菜等其他作物につきましても、稲に準じて作付を進めていただいで結構です。なお、農産物の安全性につきましても、引き続き農産物緊急時モニタリング検査を行い、確認することとしております。

県におきましては、今後とも国の試験研究機関とも連携し、今後の営農に関する技術対策に万全を期してまいります（Q & A等も随時情報提供予定です）。

1 今後の栽培管理のポイント

項目	留意事項
共通	<input type="checkbox"/> 農作業安全に心がけてください。 <input type="checkbox"/> 生産に関する記録は、記載しておいてください。
水稲	<input type="checkbox"/> 「稲の作付に関する考え方」に基づき、作業を開始してください。 <input type="checkbox"/> 地域における田植え終期までに田植えが終わるよう計画してください。 <input type="checkbox"/> 浸種作業など、播種に向けて作業を開始してください。
野菜	<input type="checkbox"/> 播種、育苗、は場準備などの春作業を開始してください。 ただし、摂取や出荷の自粛を要請している品目とその取り扱いについては、十分注意してください。
果樹	<input type="checkbox"/> 当面の栽培管理や病虫害防除は、継続して進めてください。
花き	<input type="checkbox"/> 露地ギク等は、順次、定植準備を開始してください。 <input type="checkbox"/> リンドウ等宿根性の花き類は、病虫害防除等を継続的に実施してください。
飼料作物	<input type="checkbox"/> 当面、乾牧草（サイレージ含む）等の自給飼料を給与する場合は、原発事故の発生前に収穫・保管されたもののみを使用してください。 <input type="checkbox"/> 飼料用とうもろこしは、耕うん等のは場の準備を進めてください。
家畜の飼養管理	<input type="checkbox"/> 原発事故の発生前に収穫した飼料や、水道水等を与えるなど、放射性物質の影響に留意した飼養管理を継続してください。

カリ不足にならないよう注意し、基肥のカリ成分の目安は、 $8\text{kg}/10\text{a}$ とするが、カリ分が不足しているほ場では、2倍程度（ $16\text{kg}/10\text{a}$ ）までは増施可能

「農作物の放射性セシウム対策に係る 除染及び技術対策の指針」 第1版



ふくしまからはじめよう。

平成24年3月

福島県農林水産部

カリの施用については、「カリ含量の低い水田では、土壌の交換性カリ含量カリ施肥が $25\text{mg}/100\text{g}$ 程度となるように土壌改良した上で、地域慣行の施肥を行う」ことを原則とする

農総センター土壌での栽培結果

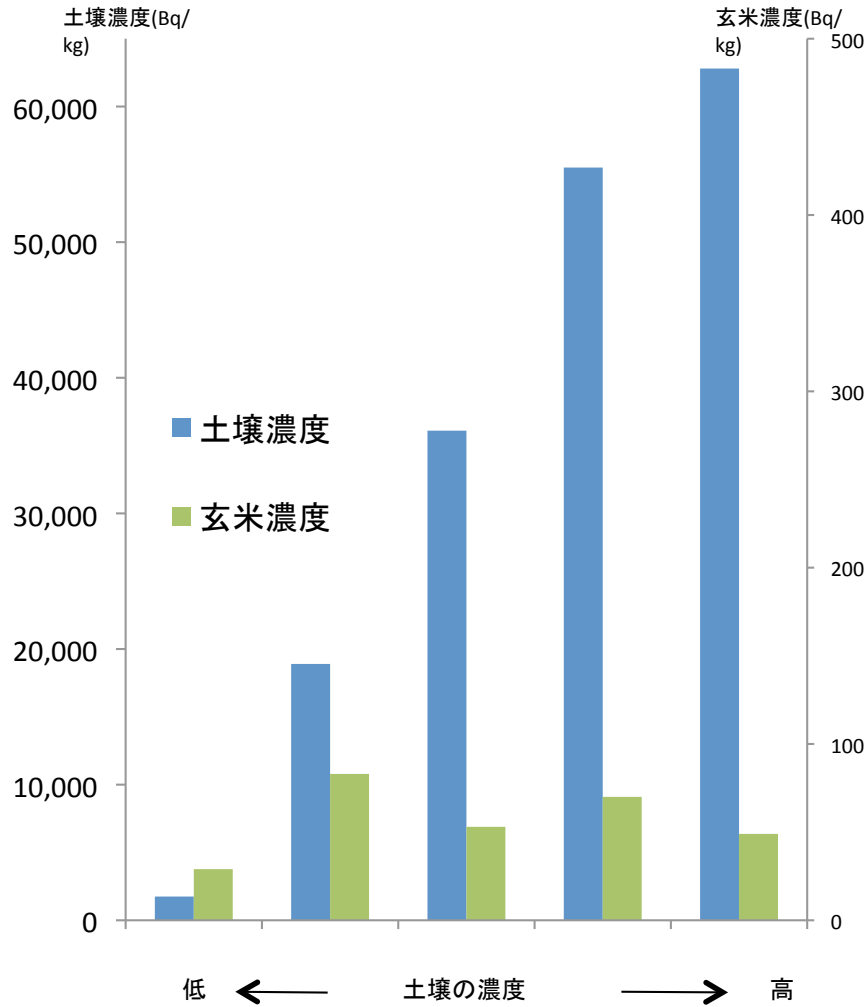


図1 放射性セシウム濃度の異なる灰色低地土でポット栽培した水稻の玄米濃度 (福島県農業総合センター、2011)

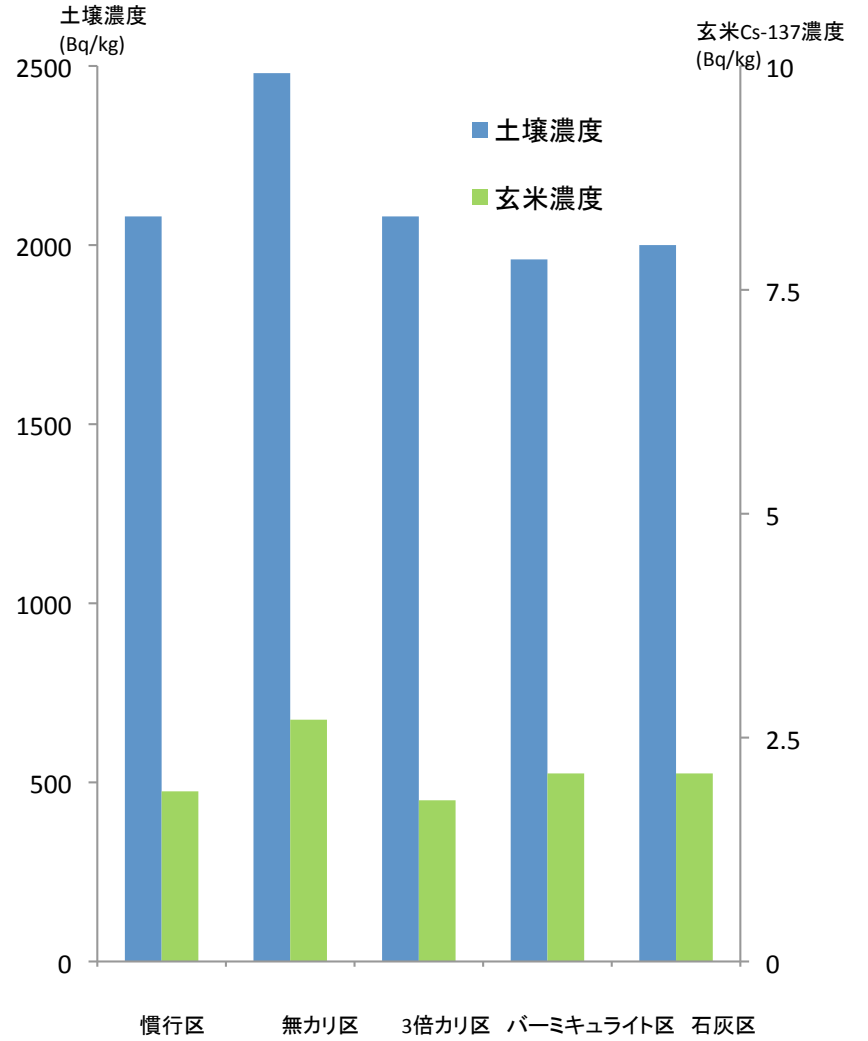


図2 吸収抑制資材の施用効果 (福島県農業総合センター、2011)

農業総合センター内の土壌(灰色低地土)を用いたポット栽培では、土壌の放射性セシウム濃度が60,000Bq/kgを超えても、玄米濃度は100Bq/kgを超えなかった。

玄米のCs-137濃度は、無カリ区で高い傾向があったが、いずれの濃度も10Bq/kg以下と低かった。

米の安全性確保の取り組み

米の放射性物質調査の実施について(平成23年度)

- 東京電力福島第一原子力発電所事故の発生に伴い、県産米の安全性の確認と消費者への的確な情報提供を行うため、放射性物質調査を実施。
- 調査は、「早期出荷米」と「一般米」に分けて実施。
早期出荷米については、ほ場を指定し放射性物質調査を実施。(8月25日～9月上旬)
- 一般米については、収穫前の段階で、予め放射性物質濃度の傾向を把握して調査の精度を高めるための「予備調査」と、収穫後の段階で、放射性物質濃度を測定し出荷制限の可否を判断するための「本調査」の二段階で実施。
- 実施地域は、食用として出荷することを目的に稲を作付けしている全市町村を対象。

本調査の結果

本調査						
調査の進捗状況及び出荷の可否【10月12日現在 最終】						
水田畑作課						
地域区分	調査区域の区分	調査点数	調査終了点数	出荷の可否	出荷可能となった日	備考
県北	1 福島市	64	64	出荷できます	10月7日	
	2 川俣町	16	16	出荷できます	10月8日	作付制限区域**を除く
伊達	3 伊達市	42	42	出荷できます	10月7日	
	4 桑折町	8	8	出荷できます	10月5日	
	5 国見町	10	10	出荷できます	10月3日	
安達	6 二本松市	288	288	出荷できます	10月12日	
	7 本宮市	16	16	出荷できます	10月1日	
県中	8 大玉村	5	5	出荷できます	10月1日	
	9 郡山市	62	62	出荷できます	9月24日	
田村	10 田村市	56	56	出荷できます	10月10日	作付制限区域**を除く
	11 三春町	26	26	出荷できます	10月12日	
	12 小野町	12	12	出荷できます	10月7日	
須賀川	13 須賀川市	43	43	出荷できます	10月4日	
	14 鏡石町	5	5	出荷できます	10月7日	
	15 天栄村	8	8	出荷できます	10月1日	
	16 石川町	13	13	出荷できます	10月5日	
	17 玉川村	5	5	出荷できます	9月30日	
	18 平田村	5	5	出荷できます	10月6日	
	19 浅川町	11	11	出荷できます	10月4日	
県南	20 古殿町	8	8	出荷できます	10月3日	
	21 白河市	44	44	出荷できます	9月26日	
	22 西郷村	10	10	出荷できます	9月29日	
	23 泉崎村	7	7	出荷できます	9月23日	
	24 中島村	6	6	出荷できます	9月23日	
	25 矢吹町	8	8	出荷できます	9月30日	
	26 棚倉町	14	14	出荷できます	9月22日	
	27 矢祭町	6	6	出荷できます	9月17日	
会津	28 鳩町	10	10	出荷できます	9月22日	
	29 鮫川村	5	5	出荷できます	9月26日	
	30 会津若松市	31	31	出荷できます	9月28日	
	31 磐梯町	7	7	出荷できます	9月28日	
	32 猪苗代町	25	25	出荷できます	9月22日	
	33 喜多方市	52	52	出荷できます	9月22日	
	34 北塩原村	6	6	出荷できます	9月22日	
	35 西会津町	22	22	出荷できます	9月23日	
	36 会津坂下町	17	17	出荷できます	9月17日	
	37 湯川村	10	10	出荷できます	9月21日	
津	38 柳津町	6	6	出荷できます	9月23日	
	39 三島町	6	6	出荷できます	9月28日	
	40 金山町	8	8	出荷できます	10月1日	
坂	41 昭和村	7	7	出荷できます	9月30日	
	42 会津美里町	22	22	出荷できます	9月22日	
南会津	43 下郷町	8	8	出荷できます	9月30日	
	44 只見町	8	8	出荷できます	9月30日	
相模	45 南会津町	19	19	出荷できます	9月30日	
	46 相馬市	21	21	出荷できます	9月28日	
いわ	47 新塲町	6	6	出荷できます	9月28日	
	48 いわき市	90	90	出荷できます	10月6日	
県計		1,174	1,174	出荷可能となった市町村数: 48		

下線部は、前回から変更となった部分

※1 計画的避難区域に該当する区域：(川俣町の山木屋)

※2 緊急時避難準備区域であった区域：(田村市の都路町、船引町横道、常葉町堀田及び常葉町山根)

県北部で500Bq/kg超えの玄米が検出される(平成23年度)

プレスリリース

暫定規制値を超えた放射性セシウムが検出された玄米について

平成23年11月16日
水田畑作課

福島市で生産され出荷されていない平成23年産米について、食品衛生法の暫定規制値を超える放射性セシウムが検出されたため、福島市を通じてこの米の出荷を自粛するよう当該生産者及び関係流通業者に要請しました。

また、安全が確認されるまで、当該米の生産地である福島市大波地区(旧小国村)の本年産米の出荷を見合わせるよう併せて要請しました。

1 検査結果

単位：ベクレル/kg

種類	放射性セシウム合計	放射性セシウム134	放射性セシウム137
玄米	630	280	350
白米	300	130	170

2 生産ほ場の概要

水田面積：26アール 収穫量：840kg 品種：コシヒカリ

3 経過

- 11月14日に福島市大波地区(旧小国村)で生産された玄米を、生産者の依頼によりJA新ふくしまの簡易分析器(NaIシンチレーションγ線スペクトロメータ)で分析した結果、暫定規制値を超える値が検出された。
- このため、同日、当該玄米を福島市放射線モニタリングセンターのゲルマニウム半導体検出器で再度分析したところ、同水準の値が検出されたことから、同日夕に県に連絡があった。
- 市から連絡を受け、県は15日に、この生産者の玄米を米の放射性物質調査本調査の方法に準じてサンプリングし、本日までに県農業総合センターで分析を行った結果、暫定規制値を超える630ベクレル/kgの放射性セシウムが検出された。

4 暫定規制値を超える放射性セシウムが検出された米の取扱い

- 当該生産者の平成23年産米は、全量(840kg)JAの倉庫及び生産者の自宅に保管されていた。
- ただちに出荷の自粛を要請したため、この生産者の米は流通していない。

○原因究明のため、農水省、学習院大学、(独)農業環境技術研究所と連携して、12月2日から12月12日まで、高濃度汚染玄米が生産された水田及び周辺水田31か所について、土壌及び現地調査を実施

○福島県及び農水省より、暫定規制値を超過した放射性セシウムを含む米が生産された要因の解析(中間報告)(平成23年12月25日)において、原因を説明

- ・土壌中の放射性セシウム濃度が高いことに加えて、水田の土質や施肥量、栽培管理、周辺の環境などの複数の要因が複合的に関係したものと考えられる。
- ・カリ肥料の施用量が少なかったことから土壌中のカリウム含量が少なく、放射性セシウムが根から吸収され易かった可能性がある。
- ・根張りが浅いことに加え、根が主に分布している土壌表層に高濃度の放射性セシウムが残り、放射性セシウムを吸収しやすい状況にあったと考えられる(山間部の狭隘な水田)。
- ・沢水などの流入により、山林から放射性セシウムが供給された可能性がある。

高濃度汚染玄米の発生する要因の解析及び吸収抑制対策を公表

平成25年1月24日、福島県、農林水産省

放射性セシウム濃度の高い米が発生する要因と その対策について

～要因解析調査と試験栽培等の結果の取りまとめ～
(概要)

1. 24年産米の放射性物質検査の結果
2. 作付制限・自粛区域での試験栽培の結果
3. 玄米中の放射性セシウム濃度に影響する要因
4. 24年産で基準を超過した米が生産された要因の解析
5. 総括

平成25年1月
福島県
農林水産省

5. 総括

- 24年産の米の全袋調査の結果によると、基準超過は約1,000万袋中わずか71袋と非常に限定的であり、カリ施肥をはじめとした吸収抑制対策は非常に効果があったと考えられる。
- また、作付制限・自粛区域で行った栽培試験の結果からも、23年産で高い値が見られた地区でも、対策の実施により基準値を下回る米が生産できることが実証された。
- 一方で、平成23年12月の中間報告以降、調査研究の結果、高濃度の放射性セシウムを含む米に関して、
 - ① 土壌から玄米への移行については、土壌中の放射性セシウムだけでなく、土壌中の交換性カリ含量や土壌のセシウム固定力が重要であること
 - ② 対策としてはカリ施肥が重要となるが、放射性セシウムの吸収抑制の観点からは生育初期の交換性カリ含量を確保することが重要であり、速効性の塩化カリを基肥中心に施用することが基本となること
 - ③ 流入水から玄米への移行については、ため池や水路等の水質調査の結果と併せて考えると、影響は限定的と考えられる。また、土壌中の交換性カリ含量は水からの移行の抑制にも効果があることから、流入水からの影響を抑制する観点からも土壌中の交換性カリ含量の確保は重要であること
 - ④ 汚染した初すり機等の利用による交差汚染も見られており、事故後初めて使用する際には乾燥・調整等の機械の清掃なども重要であることなどが明らかになっている。
- また、24年産で超過が見られた地点の要因について調査したところ、土壌中の交換性カリ含量が低く、聞き取りでもカリ施肥が不十分であった地点が多かったことから、こうした地域では適切なカリ施肥等の対策を行うことで、本年作は玄米中の放射性セシウム濃度の低減が可能と考えられる。
- 25年作については、こうした知見を基に、農業現場の協力を得て、引き続き安全な米が生産されるよう吸収抑制対策の徹底を図りたい。
なお、玄米中の放射性セシウム濃度の基準値超過の発生には、様々な要因が複合的に関係しており、超過地点の要因の解析など残された課題もあることから、関係機関が協力して引き続き調査・要因の解明に当たることとした。

[協力機関]

- ・ 福島県農業総合センター
- ・ (独)農業環境技術研究所
- ・ (独)農業・食品産業技術総合研究機構
- ・ (独)森林総合研究所
- ・ (独)産業技術総合研究所
- ・ 学習院大学
- ・ 東京大学

現地での試験栽培による実証

表1 24年産の作付制限・自粛区域内における試験栽培の結果(福島県、農林水産省、2013)

	区域区分	ほ場数	放射性セシウム濃度	
			うち 100 Bq/kg 以下	うち 100 Bq/kg 超
福島市	作付制限区域	32	31	1
伊達市	作付制限区域	75	75	0
二本松市	作付制限区域	27	27	0
田村市	作付自粛区域	43	43	0
相馬市	作付制限区域	5	5	0
	作付自粛区域	120	120	0
南相馬市	作付制限区域	6	6	0
葛尾村	作付制限区域	3	3	0
広野町	※ 作付自粛区域	39	39	0
川内村	※ 作付自粛区域	36	36	0
檜葉町	※ 作付制限区域	10	10	0
計		396	395	1

※ 町村単独事業により実施

作付制限・自粛区域内の放射性セシウムで汚染されたほ場において、深耕などの除染のほか、カリ肥料の施用など吸収抑制対策を実施することで、基準値以下の米が生産できることを実証した。

カリによる吸収抑制効果

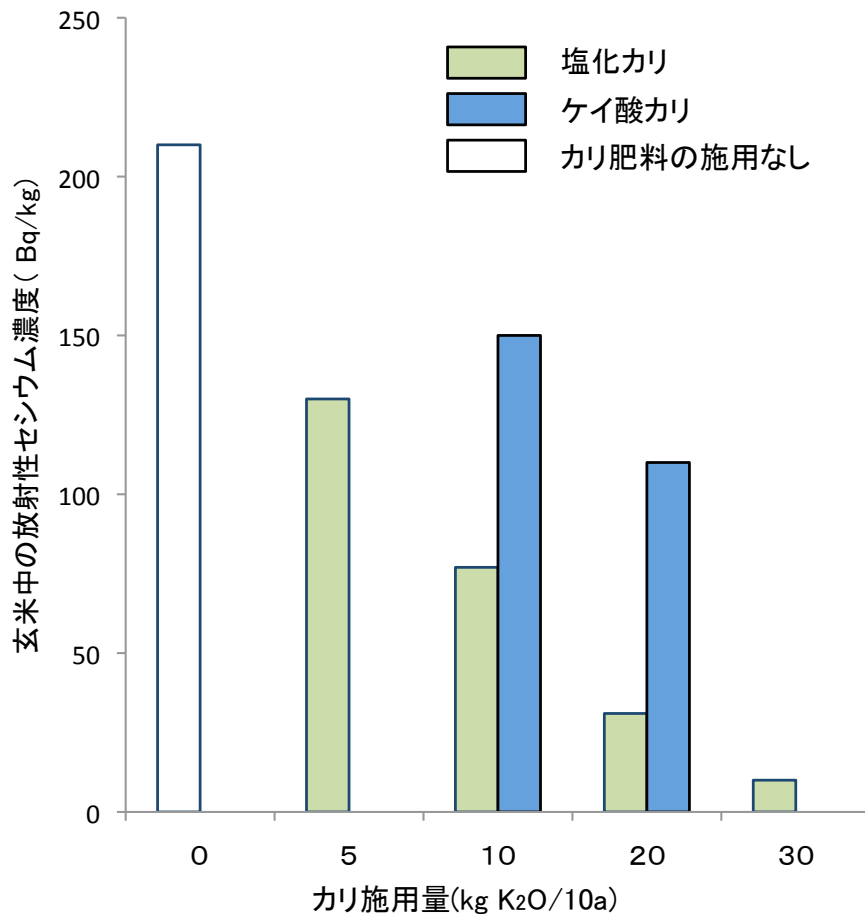


図3 カリ施用量と玄米濃度 (福島県、農林水産省、2013)

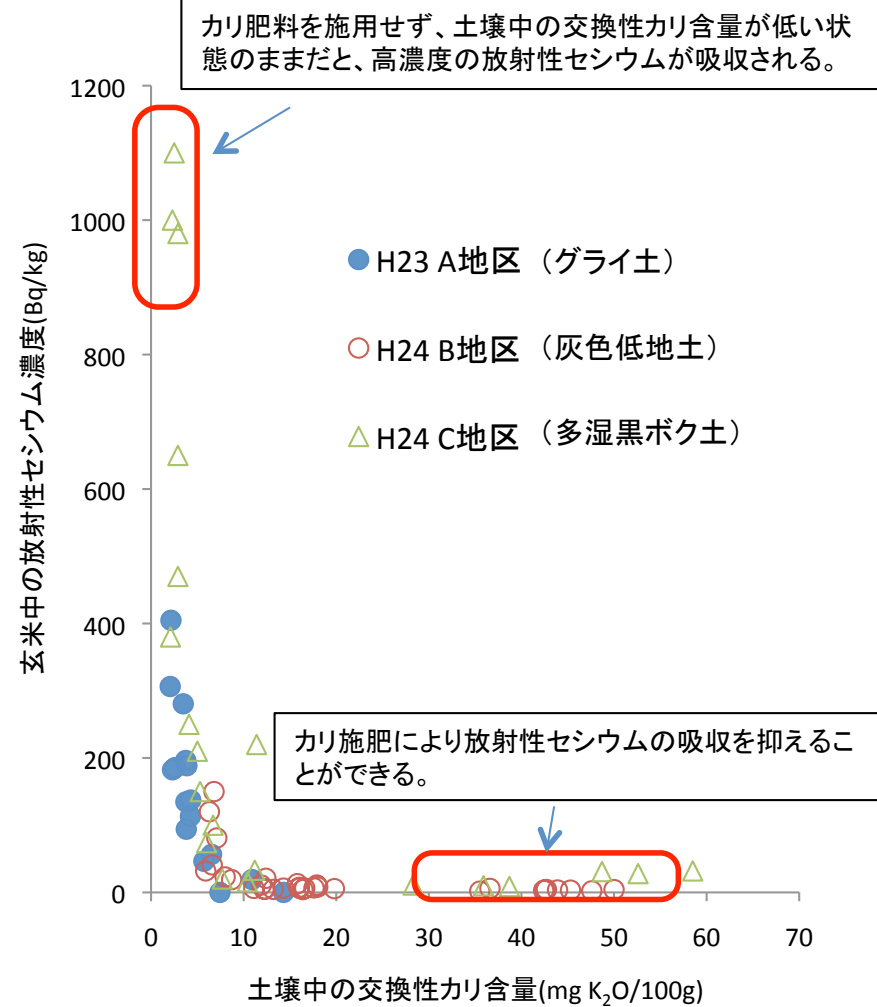


図4 土壌中交換性カリ含量と玄米濃度 (福島県、農林水産省、2013)

- ・ 土壌中でカリ成分がゆっくりと溶け出すく溶性のケイ酸カリに比べ、早く溶け出す速効性の塩化カリの方が、玄米中の放射性セシウム濃度の低減率が高い。
- ・ 23年産の玄米から高濃度の放射性セシウムが検出された地域において、24年に現地試験を実施したところ、土壌中の交換性カリ含量が25 mg K₂O/100g以上あれば、玄米の放射性セシウム濃度は基準値以下となり、異なる3地区で確認したところ、いずれの地区でも同様の効果が見られた。

カリによる吸収抑制効果

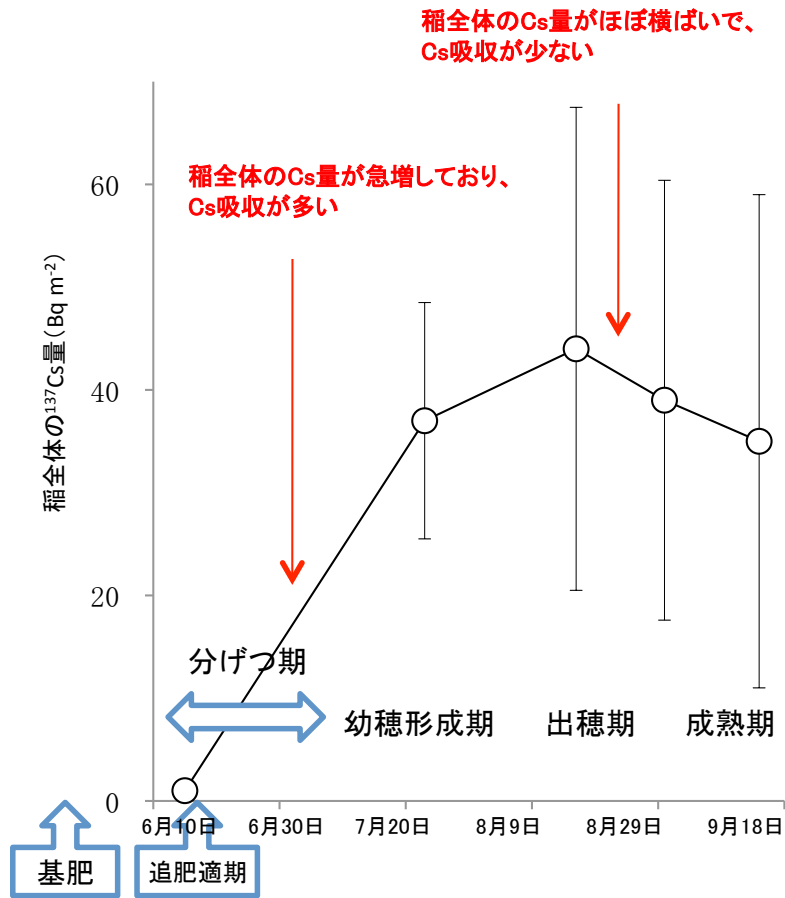


図5 稲全体に含まれる放射性セシウム量の推移 (福島県、農林水産省、2013)

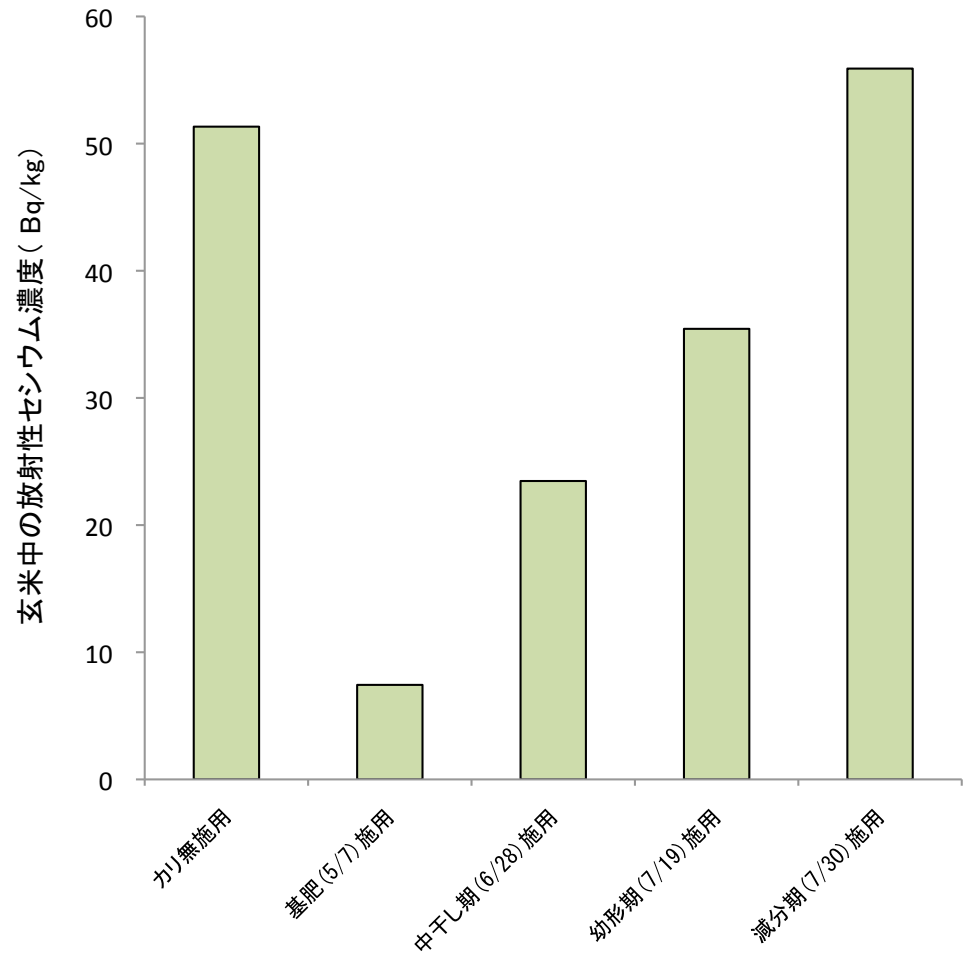


図6 塩化カリの施用時期による吸収抑制効果の比較 (福島県、農林水産省、2013)

- ・放射性セシウムは、生育前半に多く吸収され、その後茎葉から玄米に転流していくと考えられる。
- ・カリとして同量を施肥するのであれば追肥よりも基肥として、早い時期から施肥する方が効果が高い。

100 Bq/kg超の米が検出されたほ場と稲ワラの取り扱い

表2 100 Bq/kg超の米が検出されたほ場と近隣の未検出ほ場との比較
(福島県、農林水産省、2013)

ほ場		玄米の区分	土壌放射性セシウム (Bq/kg)	土壌交換性カリ (mg K ₂ O/100g)	カリ施肥量 (K ₂ O-kg/10a)	稲わら 還元状況	用水
A	ア	基準値超え	1,826	6.2	6.0	持ち出し	河川
	イ	未検出	1,892	29.3	6.0	全量還元	河川
	ウ	未検出	2,234	28.7	6.0	全量還元	河川
B	ア	基準値超え	2,783	5.6	3.2	持ち出し	河川
	イ	未検出	2,088	27.6	6.4	全量還元	河川
	ウ	未検出	1,541	17.6	6.4	全量還元	河川

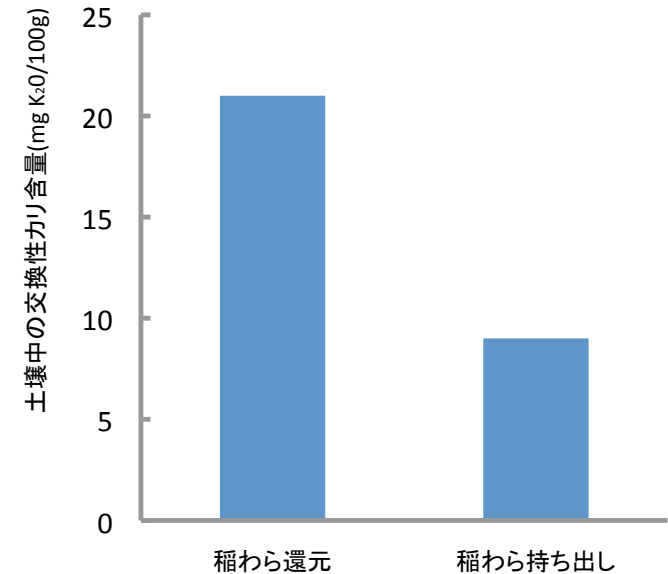


図7 稲わらの取扱いによる土壌中の交換性カリ含量への影響 (福島県、農林水産省、2013)

- ・24年産で基準を超過した米が生産された水田では、土壌の交換性カリ含量が低く、各ほ場とも、稲わらをほ場から持ち出しており、これにより土壌中の交換性カリ含量が低かったものと考えられる。
- ・稲わらにはカリウムが多く含まれているため、これをほ場に還元すると土壌中の交換性カリ含量を維持しやすくなる。
- ・実際に、約20年間稲わらを土壌に還元した水田と、持ち出した水田各1ほ場について土壌中の交換性カリ含量を調査したところ、持ち出した水田の土壌中の交換性カリ含量は、還元した水田の約半分であった。
- ・一般に、交換性カリ含量が低くなりやすいほ場として、以下のほ場が挙げられる。
 - 長年稲わらの還元、たい肥の施用等が行われていないほ場
 - 自家用等で長い間カリ肥料の施用が行われていないほ場
 - 砂質土壌など保肥力の弱いほ場

放射性セシウムの溶存態、懸濁態の違いによる水稻の吸収

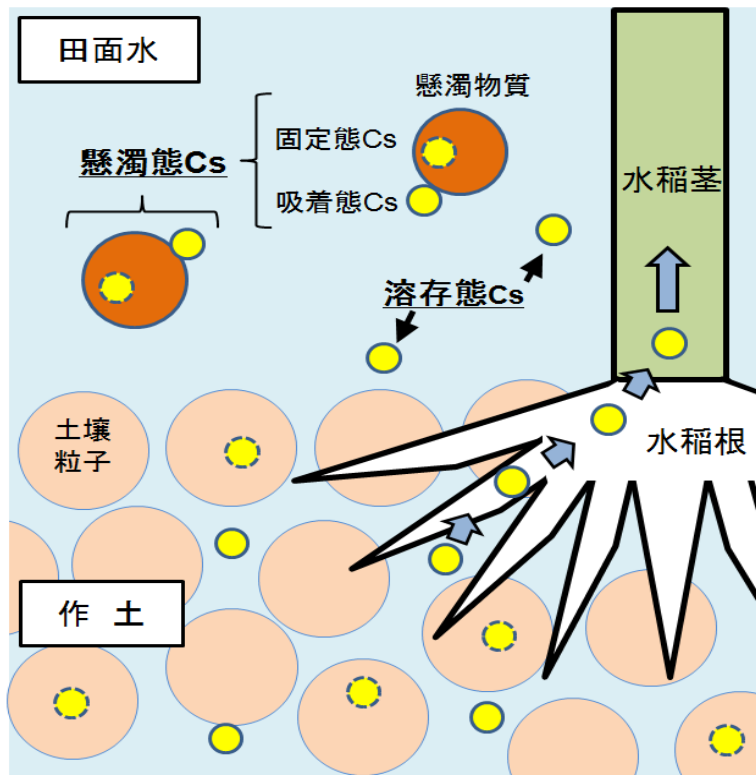


図8 水中のセシウムの形態（イメージ）
（福島県、農林水産省、2013）

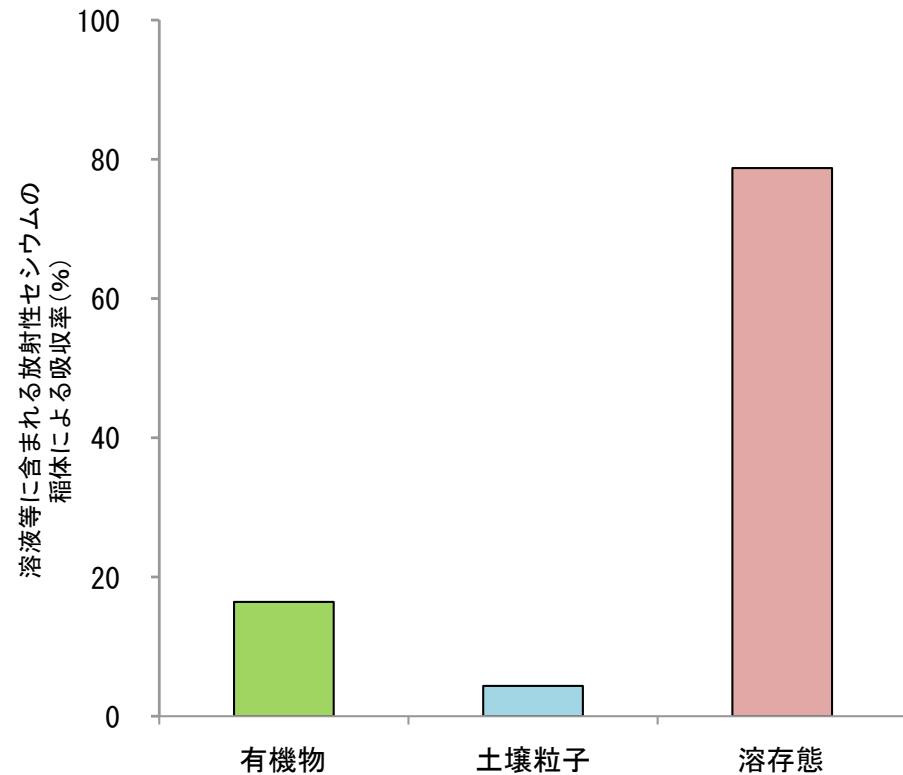


図9 田面水の溶存態、懸濁態の放射性セシウムの稲体への吸収（福島県、農林水産省、2013）

- ・ 水に含まれる放射性セシウムには、水中にイオン等で溶けている溶存態のほか、浮遊する土壤粒子や有機物などの懸濁物に吸着・固定されている懸濁態がある。
- ・ かんがい水や田面水中の懸濁物質に含まれている固定態や吸着態のセシウム(Cs)（懸濁態セシウム）は直接水稻の茎や根から吸収されることはないが、田面水中の溶存態や作土中の水溶性のセシウムは茎や根を通して移行する。
- ・ 県内採取の落葉から水で ^{137}Cs 抽出した溶液を、①布でろ過した後、ろ紙(No.131)でろ過した残渣を「有機物」、② 土壤粒子を添加し20時間振とう後、ろ紙(No.131)でろ過した残渣を「土壤粒子」、③ $0.45\ \mu\text{m}$ フィルターでろ過した液を「溶存態」として供試したポット試験。ポット(U8容器)にそれぞれ30 Bq添加後、葉齢3.8のイネを1本移植し、移植11日後に採取して、 ^{137}Cs 濃度を測定した。
- ・ 稲全体で溶存態の吸収率が79%であったのに対して、有機物では16%、土壤粒子では4%と低く、 ^{137}Cs の形態によって吸収率に大きな差異があった。

田面水の放射性セシウム濃度が玄米の放射性セシウム濃度に及ぼす影響

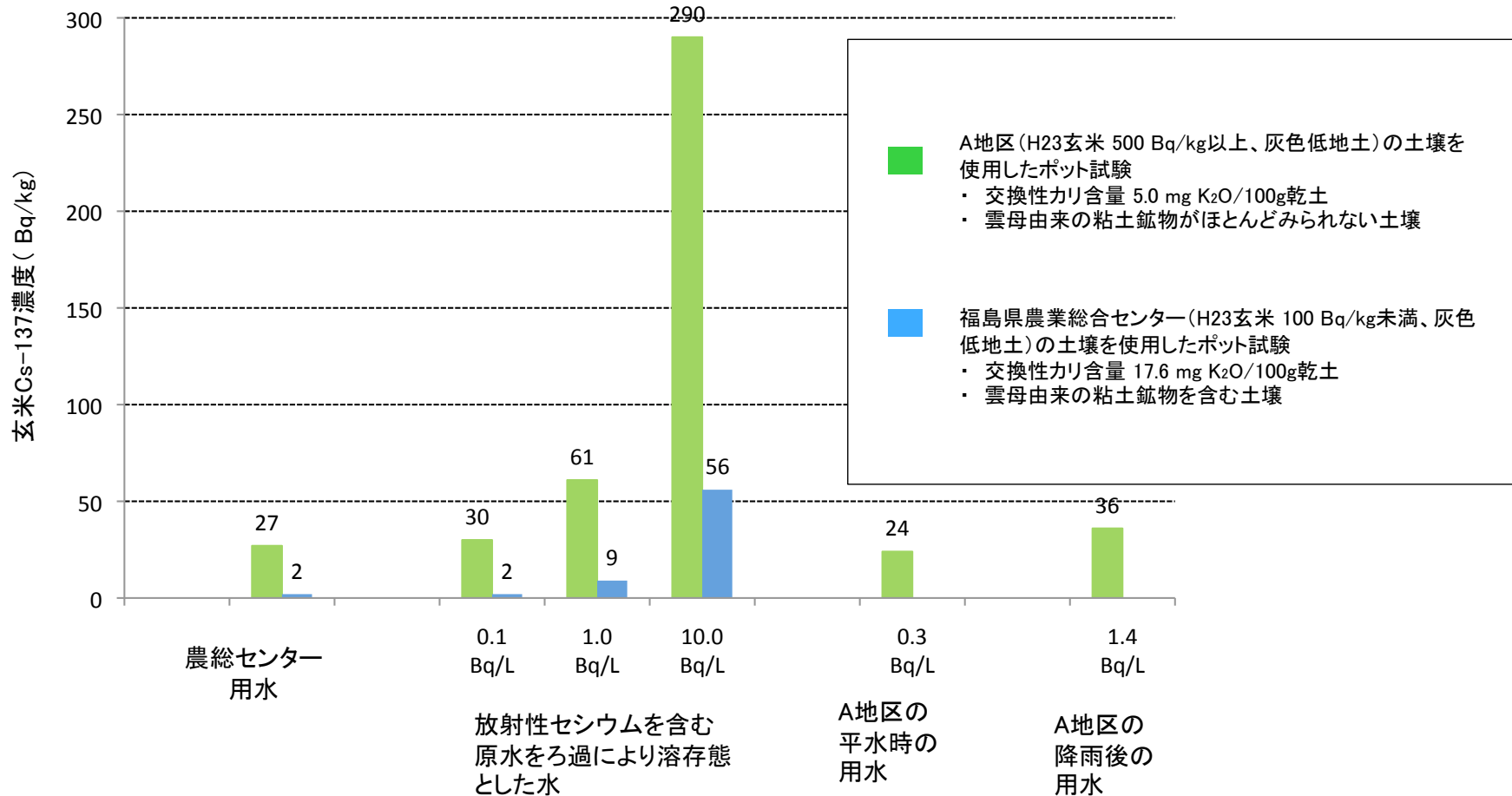


図10 田面水中の放射性セシウム濃度と玄米濃度の関係 (福島県、農林水産省、2013)

- ・ 吸収されやすい溶存態Cs-137を1.0 Bq/L含む田面水が作期を通じて流入し続けたとしても、玄米のCs-137濃度は大きく上昇しない。
- ・ 吸収されにくい懸濁態がほとんどの現場での用水では、Cs-137の濃度の影響は、更に小さい。
- ・ セシウムの固定力が強い粘土鉱物を含み、土壌中の交換性カリ含量が高い土壌では、田面水から玄米への移行の程度も小さい。

カリ施用による食味への影響

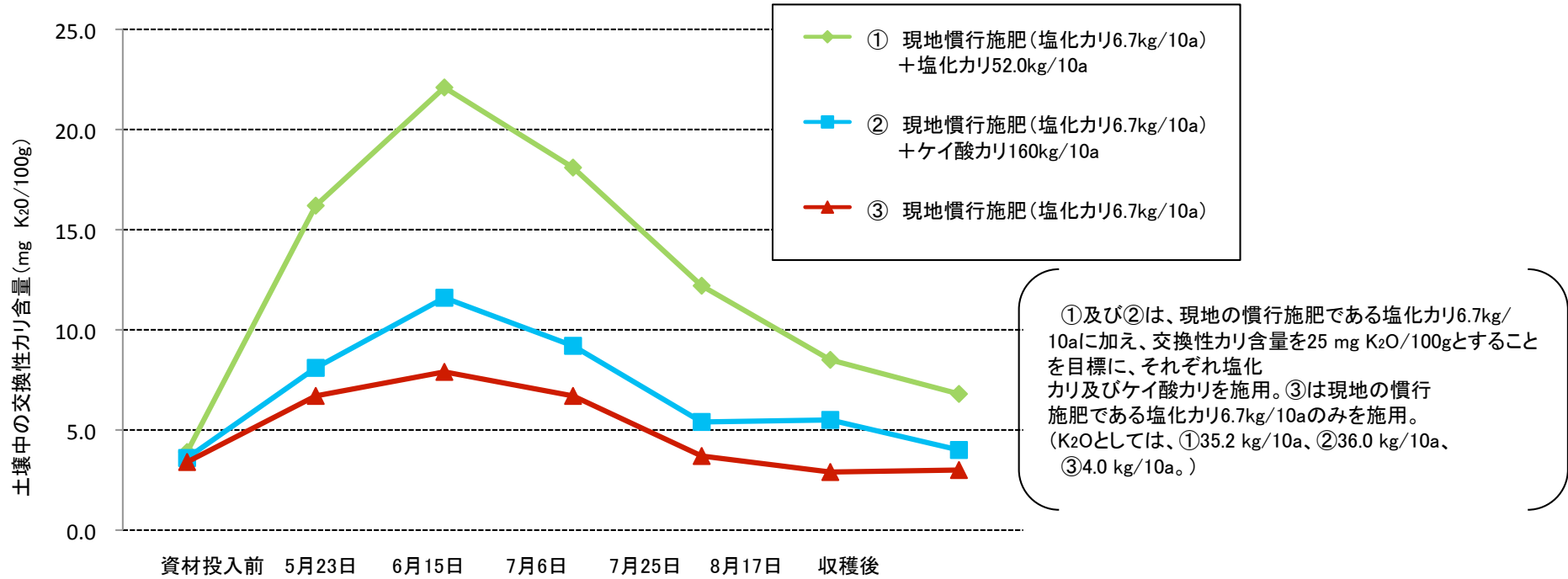


図11 カリ施用による交換性カリ含量の推移 (福島県、農林水産省、2013)

表4 カリ肥料の種類、施用量の収量、品質、食味への影響 (福島県農業総合センター、2013)

区名	精玄米重(kg/a)	千粒重(g)	等級	タンパク質含量(%)	食味値	味度値	放射性Cs濃度(慣行比)
塩化カリ	61.7	22.5	4.0	6.0	82.0	79.5	19
ケイ酸カリ	50.5	22.3	4.5	6.1	82.5	78.9	52
慣行	52.8	22.0	5.5	6.6	77.0	79.2	100

※精玄米重、千粒重は粒厚1.8mm以上
 ※タンパク質含量は玄米水分15%補正值、測定はサタケRCTA-11Aによる
 ※味度値は東洋精米機製作所MA-90Bによる
 ※等級は、10段階評価[1(1等上)~9(3等下)、10(規格外)]、JA郡山市農産物検査機関による鑑定

カリ施用により交換性カリ含量が高まり、玄米中の放射性セシウム濃度は低下した。交換性カリ含量の増加による食味への影響は見られなかった。